

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representation of  
The original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



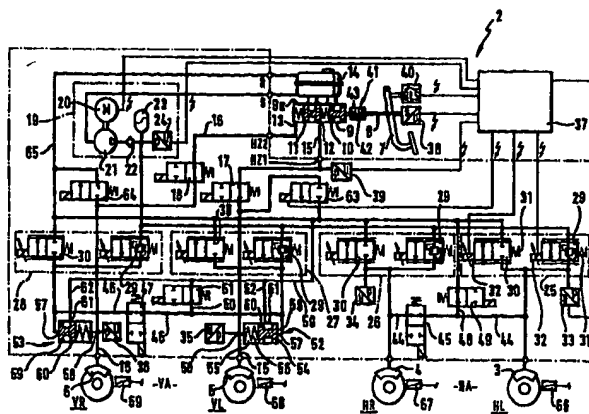
(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> : <b>B60T 13/12, 13/66, 8/44, 8/88</b>	<b>A1</b>	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 98/28174</b>  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>2. Juli 1998 (02.07.98)</b>
(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE97/02619</b>  (22) Internationales Anmeldedatum: <b>10. November 1997 (10.11.97)</b>  (30) Prioritätsdaten: <b>196 53 308.2      20. Dezember 1996 (20.12.96)    DE</b>  (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): <b>ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).</b>  (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): <b>JONNER, Wolf-Dieter [DE/DE]; Burgunderstrasse 25, D-71717 Beilstein (DE). ENGFER, Ortwin [DE/DE]; Bundschuhstrasse 14, D-70499 Stuttgart (DE). VAN ZANTEN, Anton [NL/DE]; Waldstrasse 15/2, D-71254 Ditzingen (DE). BINDER, Jürgen [DE/DE]; Weißdornweg 2, D-70599 Stuttgart (DE). PFAU, Martin [DE/DE]; Grabenstrasse 32, D-71287 Weissach (DE). SCHUNCK, Eberhardt [DE/DE]; Eichbornstrasse 11, D-76829 Landau (DE). KÄSSMANN, Andreas [DE/DE]; Pappelweg 21, D-70839 Gerlingen (DE). HACHTEL, Jürgen [DE/DE]; Olgastrasse 2, D-74219 Möckmühl (DE). GOTTWICK, Ulrich [DE/DE]; Parlerstrasse 26,</b>	D-70192 Stuttgart (DE). SCHUBERT, Michael [DE/DE]; Drosselweg 25, D-75382 Althengstett (DE).  (81) Bestimmungsstaaten: <b>JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</b>  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	

(54) Title: **HYDRAULIC VEHICLE BRAKING SYSTEM**

(54) Bezeichnung: **HYDRAULISCHE FAHRZEUGBREMSANLAGE**

(57) Abstract

Hydraulic vehicle braking systems are known in which normal service brake operation can be carried using hydraulic extraneous energy whereas, when there is a lack of hydraulic extraneous energy, auxiliary braking operation can be carried out using muscle power with hydraulic transmission from a master cylinder which can be operated by means of the brake pedal. The hydraulic extraneous energy is stored, for example, in an accumulator with a gas cushion, which can result in gas being present in the pressure medium used for service brake operation. According to the invention, a dual-circuit master cylinder (9) is associated with those wheel brakes (5, 6) on a vehicle axle which make the greater contribution to vehicle deceleration. To that end, cylinder-piston arrangements (52, 53) are fitted between these wheel brakes (5, 6) and their associated service brake valves (27, 28) in order to ensure that hydraulic pressure medium does not pass out of the extraneous energy source and into these wheel brakes (5, 6). The advantage of the invention is that neither gas nor air is conveyed into the wheel brakes (5, 6) where it could produce bubbles when the pressure drops and have a negative effect on auxiliary braking via the master cylinder. The cylinder-piston arrangements (52, 53) increase the operational reliability of the vehicle braking system when braking is brought about by muscle power.



### (57) Zusammenfassung

Bekannt sind hydraulische Fahrzeugbremsanlagen, bei denen normaler Betriebsbremsbetrieb unter Verwendung von hydraulischer Fremdenergie durchführbar ist, wogegen bei Mangel an hydraulischer Fremdenergie Hilfsbremsbetrieb per Muskelkraft möglich ist mit einer hydraulischen Übertragung, die von einem mittels des Bremspedals betätigbaren Hauptbremszylinder ausgeht. Die hydraulische Fremdenergie ist beispielsweise in einem Druckspeicher mit Gaspolster gespeichert, was zu Gasgehalt im Druckmittel für den Betriebsbremsbetrieb führen kann. Gemäß der Erfindung wird ein zweikreisiger Hauptbremszylinder (9) solchen Radbremsen (5, 6) einer Fahrzeugachse zugeordnet, die den höheren Beitrag zur Fahrzeugverzögerung liefern, und dabei werden zwischen diese Radbremsen (5, 6) und deren zugeordnete Betriebsbremsventile (27, 28) Zylinder-Kolben-Anordnungen (52, 53) eingebaut zu dem Zweck, daß hydraulisches Druckmittel aus der Fremdenergiequelle nicht in diese Radbremsen (5, 6) gerät. Der Vorteil ist, daß weder Gas noch Luft in die Radbremsen (5, 6) verfrachtet wird, wo es anlässlich einer Druckabsenkung zu Blasenbildung führen könnte und für eine Hilfsbremsung per Hauptbremszylinder nachteilig wäre. Die Zylinder-Kolben-Anordnungen (52, 53) erhöhen die Betriebssicherheit der Fahrzeugbremsanlage bei Bremsen per Muskelkraft.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

5

10

Hydraulische Fahrzeugbremsanlage

15

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer hydraulischen Fahrzeugbremsanlage nach der Gattung des Hauptanspruchs.

20

Durch die Figuren 1 und 2 des SAE-Papers 96 0991 sind zwei hydraulische Fahrzeugbremsanlagen mit vier Radbremsen

bekannt zum Bremsen von vier auf zwei Fahrzeugachsen verteilten Rädern mittels hydraulischer Fremdenergie im normalen Bremsbetrieb, dem Betriebsbremsbetrieb, und

25

notfalls, beispielsweise bei Mangel oder Fehlen von hydraulischer Fremdenergie oder elektrischer Energie zum Steuern von Ventilen, wenigstens von zwei Rädern mittels Muskelkraftenergie im sogenannten Hilfsbremsbetrieb. Für den Betriebsbremsbetrieb weisen beide Fahrzeugbremsanlagen eine

30

hydraulische Fremdenergiequelle mit Vorratsbehälter, Pumpe und Druckspeicher und zwischen dieser Fremdenergiequelle und jeder der vier Radbremsen eine elektrisch steuerbare Bremsventilanordnung auf, die wenigstens mittelbar steuerbar sind in Abhängigkeit eines Bremswertsignals aus einem

35

mittels eines Bremspedals einstellbaren Bremswertgeber. Für den Hilfsbremsbetrieb weist die erste Fahrzeugbremsanlage einen mittels des Bremspedals betätigbaren einkreisig

ausgebildeten Hauptbremszylinder und an diesen angeschlossen ein Betriebsartenumschaltventil auf, das normalerweise offen steht und durch das hindurch per Betätigung des Bremspedals die Radbremsen der vorderen Fahrzeugachse betätigbar sind  
5 mittels Druckmittel aus dem Hauptbremszylinder. Die zweite Fahrzeugbremsanlage weist für den Hilfsbremsbetrieb einen mittels des Bremspedals betätigbaren zweikreisig ausgebildeten Hauptbremszylinder sowie an diesen angeschlossen ein erstes und ein zweites  
10 Betriebsartenumschaltventil auf, wobei die Vorderradbremse durch das erste und die Hinterradbremse durch das zweite Betriebsartenumschaltventil versorgbar sind. Die Betriebsbremsventilanordnungen der zweiten hydraulischen Fahrzeugbremsanlage bestehen jeweils aus einem ersten und  
15 einem zweiten normal geschlossenen 2-Anschlüsse-Ventil des Typs „Drosselndes Proportionalwegeventil“. Dabei bildet jeweils das erste drosselnde Proportionalwegeventil ein Ventil zum Erhöhen von Bremsdruck und das zweite drosselnde Proportionalwegeventil ein Ventil zum Absenken von  
20 Bremsdruck in der jeweils zugeordneten Radbremse. Dabei ist jeder Radbremse ein Drucksensor zugeordnet zur Rückmeldung des jeweils in der Radbremse vorhandenen Bremsdruckes an einen Regler, dem das Bremswertsignal des per Bremspedal verstellbaren Bremswertgebers unverändert oder verändert zur  
25 Verfügung steht und der infolge von festgestellten Regelabweichungen die drosselnden Proportionalwegeventile der den Radbremsen zugeordneten Betriebsbremsventilanordnungen steuert im Sinne einer Verkleinerung der Regelabweichungen. Beispielsweise ist wenigstens eines der dem Bremsdruckerhöhen dienenden drosselnden  
30 Proportionalwegeventile weitergebildet für eine Druckbegrenzungsfunktion zum Schutz der hydraulischen Fremdenergiequelle vor Drucküberlastung. Beispielsweise gemäß der Voranmeldung DE 196 36 432.9 sind die genannten  
35 drosselnden Proportionalwegeventile austauschbar gegen elektrisch bzw. elektromagnetisch steuerbare

Proportionaldruckventile des Typs

„Differenzdruckregelventil“. Unter Beibehaltung der für die  
vorbekannte hydraulische Fahrzeugbremsanlage verwendeten  
Radbremsdrucksensoren sind Bremsdrücke ebenfalls  
5 einregelbar, so daß herstellungsbedingte Toleranzen der  
Proportionaldruckventile kompensierbar sind.

Eine durch die DE 40 37 662 A1 bekannte hydraulische  
Fahrzeugbremsanlage mit vier auf zwei Fahrzeugachsen  
10 verteilten Radbremsen besitzt einen mittels eines  
Bremspedals betätigbaren zweikreisigen Hauptbremszylinder  
und nachgeordnet zwei Betriebsartenumschaltventile in Form  
von 2/2-Wegeventilen, die normal offen stehen, zur  
Versorgung der vorderen und der hinteren Radbremsen im  
15 Hilfsbremsbetrieb mittels Muskelkraftenergie, die dem  
Bremspedal zugeführt wird. Für Betriebsbremsungen besitzt  
diese hydraulische Fahrzeugbremsanlage eine hydraulische  
Fremdenergiequelle und für beide Hinterradbremse gemeinsam  
eine Zylinder-Kolben-Anordnung und zwischen dieser und der  
20 Fremdenergiequelle eine gemeinsame  
Betriebsbremsventilanordnung, die hier in einfacher Weise  
aus zwei Stück 2/2-Wegeventilen besteht. Auch für beide  
Vorderradbremse gemeinsam ist eine Kombination aus einer  
Zylinder-Kolben-Anordnung und einer zwischen dieser und der  
25 hydraulischen Fremdenergiequelle angeordneten  
Betriebsbremsventilanordnung vorgesehen, wobei diese  
Zylinder-Kolben-Anordnung komplizierter ausgebildet ist zum  
Zweck einer Bremskraftverteilung zwischen Vorderrädern und  
Hinterrädern. Die Zylinder-Kolben-Anordnungen verhindern  
30 eine Vermischung des Druckmittels der hydraulischen  
Fremdenergiequelle mit dem dem Hauptbremszylinder und den  
Radbremse gemeinsamen Druckmittel mit dem Vorteil, daß von  
einer Pumpe der hydraulischen Fremdenergiequelle angesaugte  
Luft oder/und Energiespeichergas, das innerhalb eines als  
35 Membranspeicher oder als Kolbenspeicher ausgebildeten  
Fremdenergiespeichers enthalten ist und in das hydraulische

Druckmittel gelangen könnte, nicht in eine Radbremse gerät. Denn dort könnte die Luft oder das Gas kompressible Blasen bilden und dadurch einen Hilfsbremsbetrieb mit der an sich sehr beschränkten Pumpkapazität des Hauptbremszylinders gefährden. Durch Anordnung jeweils eines zusätzlichen normal  
5 offenstehenden 2/2-Wegeventils zwischen der jeweiligen Zylinder-Kolben-Anordnung und den jeweils zugeordneten Radbremsen ist es möglich, durch zeitweiliges Schließen des einen oder anderen 2/2-Wegeventils und durch Verschieben des  
10 zugeordneten Kolbens der Zylinder-Kolben-Anordnung im Zeitmultiplexbetrieb Bremsdrücke in linken und rechten Radbremsen unterschiedlich zu verändern zum Regulieren von Radschlüpfen wenigstens bei exzessiver Bremspedalbetätigung. Der Zeitmultiplexbetrieb verhindert, daß gleichzeitig in der  
15 linken und der rechten Radbremse einer Fahrzeugachse Bremsdrücke in gegenläufigem Sinne veränderbar sind, d. h., daß der eine Bremsdruck nicht ansteigen kann, während der andere abgesenkt wird.

20 Durch die DE 34 23 944 A1 ist ein Fremdkraftbremskreis bekannt für eine linke und eine rechte Radbremse einer Achse. Jeder Radbremse ist ein eigenes Mehrstellungsventil zugeordnet zum Einregulieren von Bremsdruck unter  
Überwachung mittels eines Drucksensors oder aber zum  
25 Vermeiden von nachteilig großem Radschlupf beim Bremsen. Beide Mehrstellungsventile sind angeschlossen an ein normal geschlossenes Zweistellungsventil, das seinerseits an einen Druckvorratsbehälter angeschlossen ist. Dabei sind die Ventile so ausgebildet, daß ihre Elektromagnete nur  
30 anlässlich des Erzeugens oder Ändern von Bremsdrücken mit elektrischem Erregungsstrom zu beaufschlagen sind. Weil infolge einer nicht ausschließbaren Undichtheit von Ventilelementepaarungen, die zwischen dem Vorratsbehälter und den Radbremsen angeordnet sind, nicht ausschließbar ist,  
35 daß trotz vorhandener Radbremsdrucksensoren unerwünschter Radbremsdruck entstehen könnte, ist dem Fremdkraftbremskreis

ein Druckentlastungsventil zugeordnet, das in Form eines elektrisch steuerbaren 2/2-Wegeventils, das normal offensteht, ausgebildet ist. Durch das genannte Zweistellungsventil sickerndes Druckmittel findet dadurch  
5 einen Weg weg von den Radbremsen. Anlässlich von Bremsungen wird das Druckentlastungsventil geschlossen, so daß ein Radbremsdruck notfalls steigerbar ist bis auf denjenigen Druck, der in dem Druckvorratsbehälter herrscht.

#### 10 Vorteile der Erfindung

Die hydraulische Fahrzeugbremsanlage mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 vereinigt in sich das Fernhalten von Luft oder Gas, das sich im Druckmittel der hydraulischen  
15 Fremdenergiequelle befindet, aus den Radbremsen der am stärksten an der Fahrzeugverzögerung beteiligten Fahrzeugachse zum Vorteil von Hilfsbremsungen bei dem gleichzeitig vorhandenen Vorteil, daß in der linken und der rechten Radbremse dieser Fahrzeugachse beispielsweise  
20 gleichzeitig Bremsdruckänderungen in gegenläufigem Sinne durchführbar sind, was insbesondere während einer Verzögerung des Fahrzeugs von Vorteil ist bei einer gleichzeitigen Weiterverwendung der Radbremsen zum automatischen Stabilisieren des Fahrzeugs um seine  
25 Hochachse, beispielsweise bei Kurvenfahrt. Links und rechts automatisch unterschiedlich eingestellte Bremsdrücke bewirken ein Giermoment im Sinne einer Stabilisierung des Fahrzeugs um die Hochachse und helfen dem Fahrzeugführer auch beim Einlenken in eine Kurve und beim Auslenken. Ein  
30 solches Stabilisieren wird beispielsweise mit Fahrdynamikregelung bezeichnet und ist umfangreich beschrieben in „Kraftfahrtechnisches Taschenbuch“, Bosch, 22. Auflage, Düsseldorf, VDI-Verlag, 1995, ISBN 3-18-419122-2.



Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der im Hauptanspruch angegebenen hydraulischen Fahrzeugbremsanlage möglich. Die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 2  
5 ergeben ein Ausführungsbeispiel, das den häufigsten Anwendungsfall, nämlich eine Fahrzeugbremsanlage für einen Personenkraftwagen erfaßt. Das Ausführungsbeispiel mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 3 kann demgegenüber die Fahrzeugbremsanlage eines Lastwagens, vorzugsweise eines  
10 solchen mit doppelt bereiften Hinterrädern, sein.

Die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 4 ergeben den Vorteil, daß Undichtheit eines für die Durchführung von Hilfsbremsbetrieb bestimmten Dichtungsringes durch  
15 Betätigung des Bremspedals im Hilfsbremsmodus erkennbar ist durch außergewöhnliches Absinken des Bremspedals.

Die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 5 ergeben den Vorteil, daß eine infolge gegebenenfalls beträchtlicher  
20 Erwärmung von Druckmittel in den Radbremsen der am stärksten zur Fahrzeugverzögerung beitragenden Fahrzeugachse stattfindende Volumenausdehnung kompensierbar ist, während das Betriebsartenumschaltventil anlässlich einer andauernden Betätigung des Bremspedals und eines dabei gegebenenfalls  
25 ablaufenden Bremsschlupfregelbetriebs geschlossen ist. Wenn gegebenenfalls durch die genannte Volumenausdehnung anlässlich einer Bremsdruckverminderung insbesondere zum Zweck der Radschlupfminderung beim Fahren über Glatteis die Kolben der Zylinder-Kolben-Anordnungen vorzeitig ihre  
30 Ausgangsstellung einnehmen, ist das Einstellen niedrigerer Bremsdrücke möglich.

Die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 6 ergeben einerseits den für die durch das SAE-Paper 96 0991  
35 vorbekannte zweite hydraulische Bremsanlage offenbarten Vorteil von im normalen Betriebsbremsbetrieb an einer linken

und einer rechten Radbremse der gleichen Fahrzeugachse gleich großen Bremsdrücken zur Vermeidung von störendem Giermoment und andererseits in preisgünstiger Weise zusätzlich den Vorteil der Vermeidung von ungewolltem Bremsdruck anlässlich von Ventilundichtheit im Zusammenhang mit nachteilig großer Drift wenigstens eines Bremsdrucksensors oder des Bremswertgebers. Die Entlastungsventile sind bezüglich Bremsdruckabsenkungen redundant zu den Betriebsbremsventilanordnungen.

#### Zeichnung

Ein Schaltplan der erfindungsgemäßen hydraulischen Fahrzeugbremsanlage ist in der Figur dargestellt und nachfolgend näher beschrieben.

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Die erfindungsgemäße hydraulische Fahrzeugbremsanlage 2 gemäß der Figur besitzt hydraulisch betätigbare Radbremsen 3, 4, 5 und 6, zur Durchführung von Hilfsbremsungen mit Muskelkraft ein Bremspedal 7 und einen über eine Pedalstange 8 bei Ausübung von Kraft auf das Bremspedal 7 steuerbaren Hauptbremszylinder 9, der zweikreisig ausgebildet ist und dafür einen ersten Hauptbremszylinderkolben 10, einen zweiten Hauptbremszylinderkolben 11, dem ersten Hauptbremszylinderkolben 10 zugeordnet einen ersten Hauptbremszylinderanschluß 12 und dem zweiten Hauptbremszylinderkolben 11 zugeordnet einen zweiten Hauptbremszylinderanschluß 13 sowie zu seiner Versorgung einen Vorratsbehälter 14 aufweist. Die Hauptbremszylinderkolben 10 und 11 sowie der Vorratsbehälter 14 einschließlich eines Gehäuses 9a sind mit aus dem Stand der Technik entnehmbaren Konstruktionsmerkmalen herstellbar. Vom ersten Hauptzylinderanschluß 12 geht eine erste Hilfsbremsleitung 15 aus, die zur Radbremse 5 führt. Die

Radbremse 5 ist vorzugsweise eine Vorderradbremse. In gleicher Weise geht von dem zweiten Hauptbremszylinderanschluß 13 eine zweite Hilfsbremsleitung 16 aus, die zu der zweiten Vorderradbremse 6 führt. In beide Hilfsbremsleitungen 15 und 16 ist je ein Betriebsartenumschaltventil 17 bzw. 18 eingebaut, die hier als technisch einfache 2/2-Wegeventil des normal offenstehenden Typs ausgebildet und hier elektrisch steuerbar sind. Demzufolge hat in an sich bekannter Weise eine Betätigung des Bremspedals 7 eine Übertragung von Muskelkraftenergie über die Pedalstange 8 eine Verschiebung des ersten Hauptzylinderkolbens 9 und einen Druckanstieg am ersten Hauptbremszylinderanschluß 12 und schließlich eine Verschiebung des zweiten Hauptbremszylinderkolbens 11 mit einem Druckanstieg am zweiten Hauptbremszylinderanschluß 13 zur Folge. Die Druckanstiege in den Hauptbremszylinderanschlüssen 12 und 13 pflanzen sich in bekannter Weise durch die Hilfsbremsleitungen 15 und 16 und die offenstehenden Betriebsartenumschaltventile 17 und 18 in die Radbremsen 5 und 6 fort zum Bremsen von nicht dargestellten Vorderrädern eines damit ausgerüsteten Fahrzeugs. Insoweit ist die hydraulische Fahrzeugbremsanlage für den Muskelkraftbremsbetrieb, der der notfalls nötige Hilfsbetrieb sein wird, ausreichend beschrieben. Weil der Fahrzeugbremsanlagenfachmann in der Lage ist, dem Hilfsbremsbetrieb dienende hydraulische Fahrzeugbremsanlagen zu konzipieren, braucht hier nicht darauf eingegangen werden, in welcher Weise die Durchmesser der Hauptbremszylinderkolben 9 und 10 und deren Hübe zu wählen sind in Abhängigkeit von einem Gewicht des Fahrzeugs und seiner Beladung.

Für den Betriebsbremsbetrieb mittels hydraulischer Fremdenergie besitzt die Fahrzeugbremsanlage 2 eine hydraulische Fremdenergiequelle 19, die eine von einem Elektromotor 20 antreibbare Pumpe 21, ein Rückschlagventil

22, einen dem Rückschlagventil 22 nachgeordneten Druckspeicher beispielsweise des Typs mit Membran und Gaspolster, einen Druckfühler 24 zum Messen von Druck im Druckspeicher 23 und Ausgeben des Druckes in Form eines elektrischen Signales sowie den Vorratsbehälter 14 aufweist, den man deshalb als einen integralen Vorratsbehälter bezeichnen kann. Des weiteren dienen dem Betriebsbremsbetrieb per hydraulische Fremdenergie vier Betriebsbremsventilanordnungen 25, 26, 27 und 28, die hier beispielsweise jeweils zwei Ventile 29, 30 enthalten und den Radbremsen 3, 4, 5 und 6 zugeordnet sind. Dabei befinden sich zwei dieser Betriebsbremsventilanordnungen zwischen den Radbremsen 3 und 4 und dem Druckspeicher 23 sowie dem Vorratsbehälter 14 der hydraulischen Fremdenergiequelle 19. Die ersten Ventile 29 und die zweiten Ventile 30 sind hier als normal geschlossene Proportionalwegeventile dargestellt mit Schließfedern 31 und mit variabel erregbaren Elektromagneten 32, so daß zwischen den Schließstellungen, die in den Symbolen mittels der rechten Quadrate charakterisiert sind, und den weitestmöglichen Öffnungsstellungen, die mittels der jeweils linken Quadrate und den Durchgangspfeilen dargestellt sind, beliebig drosselnd wirkende Zwischenstellungen einstellbar sind. Des weiteren sind für den erwähnten Betriebsbremsbetrieb insbesondere wegen der Ausgestaltung der Betriebsbremsventile 25 bis 28 als drosselnde Wegeventile 29, 30 mit den Radbremsen 3, 4, 5 und 6 kommunizierend jeweils Radbremsdrucksensoren 33, 34, 35 und 36 vorgesehen, die elektrische Signale an ein kombiniertes Steuer- und Regelgerät 37 liefern. Damit das Steuergerät 37 steuern bzw. regeln kann, ist hier mit dem Bremspedal 7 ein erster Bremswertgeber 38 verkoppelt und mit dem Steuer- und Regelgerät 37 verbunden. Vorzugsweise aus Gründen der Redundanz ist ein zweiter Bremswertgeber 39 vorgesehen, der hier als ein Drucksensor ausgebildet und an die Hilfsbremsleitung 15 angeschlossen ist. Auch dieser zweite

Bremswertsensor 39 ist mit dem Steuer- und Regelgerät 37 verbunden. Beispielsweise ist in preisgünstiger Weise der erste Bremswertgeber 38 als ein elektrisches Potentiometer ausgebildet. Hierfür kann beispielsweise aus dem Stand der Technik ein mittels zwei Widerstandsbahnen und einem Schleifer ausgestattetes ohmsches Potentiometer verwendet werden. Demzufolge kann eine Bremswertvorgabe aus dem ersten Bremswertgeber 38 nur zustandekommen, wenn das Bremspedal 7 bewegbar ist. Weil für den Betriebsbremsbetrieb die Betriebsartenumschaltventile 17 und 18 zu schließen sind, ist beispielsweise mit dem Bremspedal 7 ein sogenannter Bremslichtschalter 40 verkoppelt, der eine erste Bewegung des Bremspedals 7 dem Steuer- und Regelgerät 37 anzeigt, das daraufhin die Betriebsartenumschaltventile 17 und 18 in die Schließstellung steuert. Weil infolge des Schließens dieser Betriebsartenumschaltventile 17 und 18 Druckmittel in den Hauptbremszylinder 9 eingesperrt ist, wodurch die Hauptbremszylinderkolben 10 und 11 nicht weiter verschiebbar sind, ist zwischen das Bremspedal 7 und dem ersten Hauptbremszylinderkolben beispielsweise im Bereich der Pedalstange 8 eine Wegfederanordnung 41 eingebaut. Diese Wegfederanordnung 41 enthält beispielsweise eine Druckfeder 42, die innerhalb eines Gehäuses 43 gefesselt sein kann und dabei eine relativ geringe Vorspannung aufweist. Es bleibt dabei dem Fachmann überlassen, hierfür eine aus Draht gewickelte Feder mit linearer oder progressiver Kennlinie einzubauen. Im Rahmen der hier vorliegenden Erfindung kommt es aber nicht auf die Ausbildung der Wegfederanordnung 41 an. Diese Wegfederanordnung 41 ist nämlich beispielsweise austauschbar gegen eine Wegfederanordnung des bekannten Typs mit Zylinder, Kolben und Feder, die gemäß dem SAE-Paper 96 0991 wie der Drucksensor 39 an den Hauptbremszylinder 9 anschließbar ist.

Mittels der aufgezählten einzelnen Elemente ist zumindest für die Radbremsen 3 und 4, die wie bereits erwähnt

Hinterradbremse sein können, Betriebsbremsbetrieb mittels hydraulischer Fremdenergie möglich. Hierfür überwacht das Steuer- und Regelgerät 37 über den Druckfühler 24 die Leistungsfähigkeit der hydraulischen Fremdenergiequelle 19 und insbesondere den Ladezustand von deren Druckspeicher 23 und den Schaltzustand des Bremslichtschalters 40. Anlässlich einer Betätigung des Bremspedals 7 durch einen Fahrzeugführer und der dadurch erfolgenden Betätigung des Bremslichtschalters 40 erkennt das Steuer- und Regelgerät 37, daß Betriebsbremsbetrieb durchzuführen ist, wofür die Betriebsartenumschaltventile 17 und 18 in die Sperrstellung gesteuert werden.

Nunmehr soll vorerst lediglich der Betriebsbremsbetrieb für die erwähnten Hinterradbremse 3 und 4 beschrieben werden. Eine Betätigung des Bremspedals 7 hat, wie bereits angedeutet, sowohl eine Verstellung des ersten Bremswertgebers 38 als auch des zweiten Bremswertgebers 39 zur Folge. In zum Stand der Technik gehörender Weise wird für einen ersten Weg des Bremspedals ein Signal aus dem ersten Bremswertgeber 38 vom Steuer- und Regelgerät 37 bevorzugt. In an sich zum Stand der Technik gehörender Weise bildet also dieser erste Bremswertgeber 38 ein Gerät, das einem nicht dargestellten Regler in dem Steuer- und Regelgerät 37 eine Führungsgröße meldet. Istgrößen der Bremsdrücke der Radbremsen 3 und 4 werden von den Radbremsdrucksensoren 33 und 34 dem Regler gemeldet. Aus einer Abweichung zwischen dem Wert der Führungsgröße, die vom Fahrzeugführer willkürlich variierbar ist, aber im Moment einen Sollwert darstellt, und der jeweiligen Größe der Anzeigen aus den Bremsdrucksensoren 33 und 34 resultierende Regelabweichungen werden vom Regler erkannt und in Steuersignale für die Betriebsbremsventilanordnungen 25 und 26 umgesetzt. Infolge der Ausbildung der darin enthaltenen Ventile 29 werden dort, je nach der Stärke der Erregung der Elektromagnete 32, mehr oder weniger große

Querschnitte freigegeben für Fremdenergie Druckmittel aus dem Druckspeicher 23 zu den Radbremsen 3 und 4. Dies hat zur Folge, daß in diesen Radbremsen 3 und 4 Bremsdruckanstiege stattfinden, die jeweils als momentane Bremsdrücke von den Bremsdrucksensoren 33 und 34 erfaßt und dem Regler in dem Steuer- und Regelgerät 37 gemeldet werden. Je nach dem, ob der Fahrzeugführer das Bremspedal 7 weiterbewegt oder in teilweiser gedrückter Stellung hält, wird mehr oder weniger schnell eine Annäherung der von den Bremsdrucksensoren 33 und 34 gemeldeten Bremsdrücke an den augenblicklichen Sollwert erfolgen. Ist eine ausreichende Annäherung erfolgt, so beendet das Steuer- und Regelgerät 37 die Erregung der Magnete 32 der ersten Ventile 29 und demzufolge beenden diese Ventile 29 Bremsdruckanstiege. Vermindert nun der Fahrzeugführer seine Kraft auf das Bremspedal 7, so bewegt sich dieses in Richtung seiner Ausgangsstellung. Demzufolge wird die vom ersten Bremswertgeber 38 ausgegebene Führungsgröße kleiner mit der Folge, daß momentan ein kleinerer Sollwert vorliegt gegenüber dem momentan vorhandenen Istwert aus den Radbremsdrucksensoren 33 und 34. Folglich wird der Regler eine Regelabweichung mit nunmehr anderem Vorzeichen feststellen und demgemäß eine Steuerung der zweiten Ventile 30 in den Betriebsventilanordnungen 25 und 26 bewirken. Die Elektromagnete 32 dieser zweiten Ventile 30 stellen dann, beispielsweise in Abhängigkeit der Regelabweichung Abströmquerschnitte zur Verfügung, damit Druckmittel aus den Radbremsen 3 und 4 zum Vorratsbehälter 14 der hydraulischen Fremdenergiequelle 19 zurückkehren kann mit der Folge, daß aus den Radbremsen 3 und 4 ausfließendes Druckmittel Absinken der Radbremsdrücke zur Folge hat. Infolge der vorher erwähnten Progression der Wegfederanordnung 41 sind für relativ geringe Radbremsdrücke relativ lange Bremspedalwege notwendig, so daß eine willkürliche Bremswertvorgabe durch den Fahrzeugführer gut aufgelöst wird und zu feinfühligere Bremsdruckregulierung führt.

Bei kräftigerer Betätigung des Bremspedals 7 wird wegen der erwähnten Progression der Wegfederanordnung 51 der zweite Bremswertgeber 39 einen steileren Signalanstieg aufweisen als der erste Bremswertgeber 38. Dies wird sich das Steuer- und Regelgerät 37 zunutze machen, und deshalb wird die erwähnte kräftigere Betätigung des Bremspedals Führungsgrößen aus dem zweiten Bremswertgeber 39 den Radbremsdruckregelungen zugrundelegen mit dem Vorteil von zügig steigerbarem Bremsdruck.

Seither nicht erwähnt ist eine erste Bremsdruckausgleichsleitung 44 zwischen den Betriebsbremsventilanordnungen 25 und 26 bzw. deren Radbremszylindern 3 und 4 und ein in diese Bremsdruckausgleichsleitung 44 eingebautes Bremsdruckausgleichsventil 45, das beispielsweise als ein 2/2-Wegeventil ausgebildet und elektrisch schließbar ist sowie eine zweite Bremsdruckausgleichsleitung 46 zwischen den Betriebsbremsventilanordnungen der Radbremsen 5 und 6 der Vorderräder sowie ein in diese zweite Bremsdruckausgleichsleitung 46 eingebautes zweites Bremsdruckausgleichsventil 47, das beispielsweise wiederum als ein normal offenstehendes elektrisch steuerbares 2/2-Wegeventil ausgebildet ist.

Zur Beschreibung wird der Übersichtlichkeit wegen vorab ausgewählt die Anordnung der ersten Bremsdruckausgleichsleitung 44, die den Radbremsen 3 und 4 der Hinterräder zugeordnet ist. In der gezeichneten Grundstellung, der bereits erwähnten Offenstellung, besteht eine hydraulische Verbindung von der Radbremse 3 zur Radbremse 4 und umgekehrt. Wenn anlässlich einer Betätigung des Bremspedals 7 Bremsdruck in den Radbremsen 3 und 4 zustandekommen soll, so wird das Zustandekommen dieses Bremsdruckes mittels einem der Radbremsdrucksensoren 33 bzw.



34 beobachtet. Der Grund hierfür ist, daß mit ungleichen Anzeigen aus den beiden Radbremsdrucksensoren 33, 34 zu rechnen ist, weil Fertigungstoleranzen und gegebenenfalls störende ungleiche Erwärmung der beiden Radbremsdrucksensoren 33, 34 kaum vermeidbar ist. Beispielsweise wird der Radbremsdrucksensor 33 den Radbremsdruckistwert an den Regler im Steuer- und Regelgerät 37 liefern, damit das Steuer- und Regelgerät 37 beispielsweise die Betriebsbremsventilanordnung 25 und gleichzeitig auch die Betriebsbremsventilanordnung 26 steuern kann im Sinne einer Angleichung von Radbremsdruck an einen mittels des Bremspedals einstellbaren Bremswert. Das Benützen beider Betriebsbremsventile 25 und 26 wird bevorzugt, wenn durch Vorgabe über das Bremspedal 7 ein Radbremsdruck schnell ansteigen soll. Sollte eine Differenz zwischen den Durchströmmengen von Druckmittel durch die beiden Betriebsbremsventilanordnungen 25 und 26 auftreten, so wird die erste Bremsdruckausgleichsleitung mit ihrem offenstehenden ersten Bremsdruckausgleichventil gut genug für Bremsdruckgleichheit in den beiden Radbremsen 3 und 4 sorgen. Wird dagegen das Bremspedal 7 langsam betätigt, so würde ein von einer der beiden Betriebsbremsventilanordnungen 25, 26 bereitstellbarer Querschnitt für einen ausreichend schnellen Bremsdruckanstieg in den beiden Radbremsen 3 und 4 genügen, wobei die erste Bremsdruckausgleichsleitung 44 und das offenstehende erste Bremsdruckausgleichventil für ausreichende Druckgleichheit in den Radbremsen 3 und 4 sorgt. Es kann aber auch der Fall gewollt sein, daß in den Radbremsen 3 und 4 unterschiedliche Bremsdrücke einzustellen sind entweder unter Verwendung der Radbremsdrucksensoren 33 bzw. 34 oder aber ohne Verwendung dieser Radbremsdrucksensoren im Falle, daß links und rechts am Fahrzeug unterschiedlich große Blockiergefahr besteht. In einem solchen Fall wird vom Steuer- bzw. Regelgerät 37 das erste Bremsdruckausgleichventil 45 geschlossen.

Seither nicht angesprochen wurde in der Beispielsbeschreibung die Weiterbildung mit einer ersten Entlastungsleitung 48 und einem ersten Entlastungsventil 49, wobei diese erste Entlastungsleitung 48 an die erste  
5 Bremsdruckausgleichsleitung 44 angeschlossen ist und irgendwie mit dem Vorratsbehälter 14 verbunden ist, wobei das erste Entlastungsventil 49 irgendwo in die erste Entlastungsleitung 48 eingebaut ist, normal offen steht und elektrisch schließbar ist. Dieses erste Entlastungsventil 49  
10 ist wiederum als ein 2/2-Wegeventil dargestellt. Das erste Entlastungsventil 49 wird vom Steuer- und Regelgerät 37 in die Schließstellung gesteuert, sobald durch Betätigung des Bremspedals 7 der Bremslichtschalter 40 ein Signal dem Steuer- und Regelgerät 37 zuführt. Nach dem Schließen des  
15 ersten Entlastungsventils 49 wird in der vorher beschriebenen Weise Bremsdruck in den Radbremsen 3 und 4 eingestellt. Beim Loslassen des Bremspedals 7 durch den Fahrzeugführer wird der Bremslichtschalter 40 geöffnet und demzufolge öffnet das Steuer- und Regelgerät 37 das erste  
20 Entlastungsventil 49 mit der Folge, daß gegebenenfalls, beispielsweise infolge von Anzeigefehlern wenigstens einer der beiden Radbremsdrucksensoren 33 bzw. 34 oder wegen Hängenbleibens wenigstens eines der beiden Ventile 30 in ihren Schließstellungen in den Radbremsen 3 bzw. 4  
25 verbliebener Bremsdruck durch Abfluß von Druckmittel durch das erste Entlastungsventil 49 und die erste Entlastungsleitung 48 hin zum Vorratsbehälter 14 verschwindet.

30 Analog dazu geht auch von der zweiten Bremsdruckausgleichsleitung 46 eine zweite Entlastungsleitung 50 aus, in die wiederum ein zweites Entlastungsventil 51 eingebaut ist.

35 Abweichend von dem direkten Anschluß der Radbremse 3 an ihre Betriebsbremsventilanordnung 25 bzw. der Radbremse 4 an

deren Betriebsbremsventilanordnung 26 sind die Radbremsen 5 und 6 jeweils mittelbar mittels einer ersten Zylinderkolbenanordnung 52 bzw. einer zweiten Zylinderkolbenanordnung 53 mit Radbremsdruck versorgbar aus den Betriebsbremsventilen 27 bzw. 28. Kolben 54 der Zylinderkolbenanordnungen 52, 53 sind innerhalb von Zylindern 55 abdichtend verschieblich und werden mittels Federn 56 in Grundstellungen bewegt, die in der Figur dargestellt sind. Demgemäß befinden sich die Kolben 54 in der Nähe von Anschlüssen 57, die mit den Betriebsbremsventilanordnungen 27 bzw. 28 verbunden sind. Weitere Anschlüsse 58 in der Nähe der Federn 56 kommunizieren deshalb mit den Radbremsen 5 bzw. 6. Die Kolben 54 haben in angedeuteter Weise beispielsweise zwei Dichtungsringe 59, 60 in axialen Abständen, die größer sind als konstruktiv festgelegte Hübe der Kolben 54. Dabei bleibt es dem Konstrukteur überlassen, in der angedeuteten Weise als Dichtungsringe sogenannte Rundschnurringe oder aber Manschettendichtungen, wie sie in Hauptbremszylindern üblich sind, zu verwenden. Zwischen den Dichtungsringen 59 und 60 sind den Zylindern 55 jeweils eine Leckageabflußöffnung 61 zugeordnet, wobei von diesen Leckageabflußöffnungen 61 eine Abflußleitung 62 in Richtung zum Vorratsbehälter 14 wegführen kann. An sich kann man die Abflußleitung 62 weglassen. Die Abflußleitung 62 ergibt den Vorteil, daß Schmutz und Kondenswasser oder gar salziges Spritzwasser am Eindringen in die Zylinder-Kolben-Anordnungen 52, 53 gehindert werden.

Zur Funktionsbeschreibung für den Betriebsbremsbetrieb mit den Radbremsen 5, 6 per Fremdenergie sollen hier nur das Betriebsartenumschaltventil 18 und die beiden Betriebsbremsventilanordnungen 27 und 28 und die beiden Zylinder-Kolben-Anordnungen 52 und 53 für die Radbremsen 5 und 6 beachtet werden. Eine Betätigung des Bremspedals 7 bewirkt über den Bremslichtschalter 40 und das Steuer- und

Regelgerät 37 ein Schließen der Betriebsartenumschaltventile 17 und 18, so daß im Hauptbremszylinder 9 erzeugter Druck nicht zu den Radbremsen 5 und 6 gelangt. In einer für die Betriebsbremsventile 25 und 26 der Radbremsen 3 und 4 bereits beschriebenen Weise werden in Abhängigkeit von der Betätigung des Bremspedals 7 auch beispielsweise beide Betriebsventilanordnungen 27 und 28 gesteuert, wodurch im Falle des Öffnens der dem Bremsdruckaufbauen dienenden Ventile 29 die Kolben 54 beaufschlagt und dadurch gegen die Kräfte der Federn 56 verschoben werden und Druckmittel in die Radbremsen 5 und 6 schieben mit der Folge, daß Bremsdruckanstiege in den Radbremsen 5 und 6 erfolgen. Insoweit besteht zwischen der Bremsdruckerzeugung für die Radbremsen 3 und 4 und die Radbremsen 5 und 6 lediglich der Unterschied, daß Druckmittel durch die Ventile 29 strömt, aber nicht in die Radbremsen 5 und 6 gelangt. Vielmehr wird lediglich Druckmittel, das in den Zylindern 55 im Bereich von den Federn 56 vorrätig gehalten ist, den Radbremsen 5 und 6 zugeführt. Mithin bilden die Kolben 54 samt den Dichtungsringen 59 und 60 Barrieren, die gegebenenfalls in dem Druckmittel, das zuvor durch die Ventile 29 geströmt ist, enthaltenes Gas oder/und Luft am Weiterfluß in die Radbremsen 5 und 6 hindern. Würde gelöstes Gas oder Luft aus dem Druckmittel, das durch die Ventile 29 geflossen ist, in die Radbremsen 5 und 6 gelangen, so würde diese Luft bzw. dieses Gas bei einer Bremsdruckabsenkung möglicherweise Blasen bilden mit dem Nachteil, daß anlässlich eines gegebenenfalls notwendig werdenden Hilfsbremsbetriebs allein mit Muskelkraftenergie und Druckmittel aus dem Hauptbremszylinder 9 keine ausreichende Bremswirkung zustande käme. Erkennbar dienen also die Zylinder-Kolben-Anordnungen 52 und 53 in erfindungsgemäßer Weise der Sicherheit.

Die Leckageabflußöffnungen 61 und die Abflußleitungen 62 haben die Aufgabe, gegebenenfalls entlang den

Dichtungsringen 59 eingetretenes Druckmittel, das aus der hydraulischen Fremdenergiequelle 19 stammt, zu entspannen und zum Vorratsbehälter 14 abzuleiten zu dem Zweck, daß gegebenenfalls im Druckmittel gelöstes Gas bzw. Luft nicht die Dichtringe 60 passieren kann, insbesondere dann, wenn in den Radbremsen 5 und 6 Bremsdruck herrscht. Bei abgeschalteter Betriebsbremsanlage, beispielsweise durch Herausziehen eines Zündschlüssels, und deshalb im Hilfsbremsmodus ist per Betätigung des Bremspedals 7 eine gegebenenfalls vorhandene Undichtheit des hauptbremszylinderseitigen Dichtringes 59 erkennbar durch außergewöhnliches Absinken des Bremspedals.

Die den Betriebsbremsventilen 27 und 28 zugeordnete zweite Bremsdruckausgleichsleitung 46 mit dem zugeordneten zweiten Bremsdruckausgleichventil 47 sowie die zweite Entlastungsleitung 50 und das in diese eingebaute zweite Entlastungsventil 51 erfüllen die gleichen Aufgaben wie die bereits beschriebene erste Bremsdruckausgleichsleitung 44 mit dem ersten Bremsdruckausgleichventil 45 und wie die erste Entlastungsleitung 48 mit dem ersten Entlastungsventil 49 und brauchen deshalb nicht weiter beschrieben zu werden.

Beispielsweise mit den Radbremsen 5 und 6 verbunden ist hier je ein normal geschlossenes Volumenableitventil 63 bzw. 64, das in Form eines normal geschlossenen 2/2-Wegeventils ausgebildet ist, vom Steuer- und Regelgerät 37 bedingungsabhängig in die Öffnungsstellung steuerbar ist und dabei sich in eine zum Vorratsbehälter 4 führende Leitung 65 öffnet. Das Öffnen eines oder beider Volumenableitventile 63, 64 wird vom Steuer- und Regelgerät 37 dann gesteuert, wenn bei betätigtem Bremspedal 7 unter Zuhilfenahme der an sich für Bremsdruckabsenkungen bestimmten Ventile 30 der Betriebsbremsventilanordnungen 27 und 28 Bremsdrücke in den Radbremsen 5 bzw. 6 zu hoch bleiben. Solche zu hohen Bremsdrücke können eine Folge sein von Erwärmung der

Radbremsen 5 und 6 und dadurch einer Volumenausdehnung desjenigen Druckmittels, das sich in den erwärmten Radbremsen 5 und 6 befindet. Dieses Druckmittel sucht im Prinzip den Weg in die Zylinder-Kolben-Anordnungen 52 bzw. 53 und wird dort auch aufgenommen, solange die Kolben 54 noch in Richtung ihrer Normalstellungen verschiebbar sind. Wenn gegebenenfalls die Kolben 54 ihre Normalstellungen vorzeitig erreicht haben, erkennt dies das Steuer-Regelgerät 37 indirekt daran, daß per Radbremsdrucksensoren 35 und 36 gemessene Radbremsdrücke nicht absenkbar sind auf Werte, die per Betätigung des Bremspedals 7 über wenigstens einen der Bremswertgeber 38, 39 dem Steuer- und Regelgerät 37 vorgegeben werden. Mittels der Volumenableitventile 63 und 64 ist also dafür gesorgt, daß bei einer nachteilig starken Ausdehnung infolge von Erwärmung des Druckmittels der Radbremsen 5 und 6 einer bestimmten Stellung des Bremspedals 7 auch effektiv ein bestimmter Bremsdruck zukommt. Ließe man die Volumenableitventile 63 und 64 weg, so müßte ein Fahrzeugführer einen an sich zu hohen Bremsdruck an einer womöglich zu hohen Fahrzeugverzögerung erkennen und demgemäß als der menschliche Regler das Bremspedal 7 in Richtung seine Grundstellung zurücknehmen. Wenn aber dadurch eine Beendigung des Betriebsbremsbetriebs stattfindet, schlägt der in dem Radbremszylinder 5 und 6 vorhandene Druck anlässlich des Öffnens der Betriebsartenumschaltventile 17 und 18 in den Hauptbremszylinder 9 und kann deshalb über den Hauptbremszylinderkolben 10, die Wegfederanordnung 41 und die Pedalstange 8 sowie das Bremspedal 7 störend auf den Fuß des Fahrers wirken. Prinzipiell ist dadurch die Betriebssicherheit der Fahrzeugbremsanlage nicht gestört, denn durch Niedertreten des Bremspedals 7 kann ein Fahrzeugführer einen nächsten Betriebsbremsvorgang auslösen und erneut eine Fahrzeugverzögerung auswählen.

Die vorhandenen Bremsventilanordnungen 27 und 28 sind, wie dies bereits für die Bremsventilanordnungen 25 und 26 beschrieben ist, auch benützbar zum automatischen Bremsen bzw. zum automatischen Verändern von Bremsdrücken. Ein Fall ist das Begrenzen von Antriebsschlupf, sofern es hier mittels der Radbremsen 5 und 6 durchzuführen ist. Aber auch Bremsschlupfregelbetrieb ist sowohl mit den Betriebsbremsventilanordnungen 25 und 26 als auch den Betriebsbremsventilanordnungen 27 und 28 durchführbar unter Auswertung von Raddrehungssignalen, die in Raddrehungssensoren 66 bis 69, die in an sich bekannter Weise nicht dargestellten und mittels der Radbremsen 3 bis 6 zu bremsenden Räder zugeordnet sind. Signale aus diesen Raddrehungssensoren 66 bis 69 werden in dem Steuer- und Regelgerät 37 auf ihre zeitlichen Abstände überwacht zu dem Zweck, daß Radblockiertendenz erfaßbar ist und im Erfassungsfalle eine Bremswertanzeige aus dem Bremswertsensor 38 oder 39 ignoriert wird zugunsten von wenigstens einer Bremsdruckabsenkung, die in an sich bekannter Weise einer Radblockiertendenz entgegenwirkt und dadurch Radschlupf vermindert und der Beherrschbarkeit des Fahrzeugs dient. Weil die angesprochene Maßnahme zum Vermeiden von Radblockiergefahr auch in Verbindung mit per hydraulischer Fremdenergie betriebenen Fahrzeugbremsanlagen bereits bekannt ist, wird hier nicht weiter eingegangen auf die steuerungstechnischen oder regelungstechnischen Maßnahmen. Ergänzend wird lediglich der Vollständigkeit halber erwähnt, daß infolge der automatischen Veränderbarkeit von Radbremsdrücken im Sinne von automatischer Bremsdruckerzeugung für einen Antriebsschlupfregelbetrieb eine automatische Bremsdruckerzeugung auch nutzbar ist für das in der Beschreibungseinleitung angegebene Stabilisieren des Fahrzeugs um seine Hochachse zwecks besserer Beherrschbarkeit durch automatisches Bremsen zum Zwecke des Erzeugens von stabilisierenden Giermomenten.

Ergänzend wird darauf hingewiesen, daß wenigstens eines der beschriebenen Volumenableitventile 63, 64 vom hierfür eingerichteten Steuer- und Regelgerät 37 auch im  
5 Bremsschlupfregelbetrieb offenbar ist, wenn mittels wenigstens einer der Bremsventilanordnungen 27 bzw. 28 ein jeweiliger Radbremsschlupf nicht auf einen  
situationsabhängig gewollt niedrigen Wert absenkbar ist infolge einer bereits erwähnten, durch Bremsenerwärmung  
bedingten Volumenausdehnung des hydraulischen Druckmittels.  
10 Dieserart dienen die Volumenableitventile 63, 64 dem sicheren Absenken von Bremsdruck und damit der Beherrschbarkeit eines dieserart ausgestatteten Fahrzeugs.



5

10

## Patentansprüche

1. Hydraulische Fahrzeugbremsanlagen mit Radbremsen für vier  
15 Räder, die auf eine erste und eine zweite Fahrzeugachse  
verteilt sind, mit einer hydraulischen Fremdenergiequelle  
und zwischen dieser und den Radbremsen angeordneten  
elektrisch steuerbaren Betriebsbremsventilanordnungen und  
mit einem per einem Bremspedal betätigbaren Bremswertgeber  
20 zum Durchführen von Betriebsbremsungen mittels hydraulischer  
Fremdenergie unter Benutzung der  
Betriebsbremsventilanordnungen und mit einem mittels des  
Bremspedals betätigbaren zweikreisigen Hauptbremszylinder  
zum Durchführen einer Hilfsbremsung mittels  
25 Muskelkraftenergie, wobei zwischen den Hauptbremszylinder  
und aus diesem versorgbaren Radbremsen je Bremskreis ein  
normal durchlässiges Betriebsartenumschaltventil angeordnet  
ist, das für den Betriebsbremsbetrieb in eine sperrende  
Stellung steuerbar ist, und wobei wenigstens die  
30 Betriebsbremsventilanordnungen mittels eines Steuer- und  
Regelgerätes steuerbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß  
zwischen die Radbremsen (5, 6) derjenigen Fahrzeugachse, die  
für den größeren Beitrag zur Fahrzeugbremsung ausgelegt ist,  
und den zugeordneten elektrisch steuerbaren  
35 Betriebsbremsventilanordnungen (27, 28) je eine Zylinder-  
Kolben-Anordnung (52, 53) zwischengeschaltet ist und daß die

für den größeren Beitrag zur Fahrzeugbremsung ausgelegten Radbremsen (5, 6) an die den beiden Bremskreisen des Hauptbremszylinders 9 zugeordneten Betriebsartenumschaltventile (17, 18) angeschlossen sind.

5

2. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Radbremsen von Vorderrädern den Zylinder-Kolben-Anordnungen (52, 53) zugeordnet sind.

10

3. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Radbremsen von Hinterrädern den Zylinder-Kolben-Anordnungen (52, 53) zugeordnet sind.

15

4. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolben (54) der Zylinder-Kolben-Anordnungen (52, 53) je mit zwei Dichtungsringen (59, 60) ausgerüstet sind, daß axiale Abstände zwischen den Dichtungsringen (59, 60) größer sind als Hübe der Kolben (54) und daß zugeordnete Zylinder (55)

20

Leckageabflußöffnungen (61) aufweisen zwischen den jeweils zwei Dichtungsringen (59, 60).

25

5. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß an die Radbremsen (5, 6), die je mit einer Zylinder-Kolben-Anordnung (52, 53) verbunden sind, ein normal geschlossenes Volumenableitventil (63, 64) angeschlossen ist, daß diese Volumenableitventile (63, 64) mit einem Vorratsbehälter (14) der hydraulischen Fremdkraftquelle (19) verbunden sind und von dem Steuer- und Regelgerät (37) offenbar sind unter der Bedingung, daß eine per Betriebsbremsventile (27, 28) steuerbare Bremsdruckabsenkung oder eine Radbremsschlupfverminderung zu gering ausfällt.

30

35

6. Hydraulische Fahrzeugbremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen die

Betriebsbremsventile (25, 26) und die Radbremsen (3, 4) einer Fahrzeugachse eine erste Bremsdruckausgleichsleitung (44) mit einem ersten in diese eingebauten und dabei normal offenstehenden Bremsdruckausgleichventil (45) und zwischen  
5 die Betriebsbremsventile (27, 28) und die Zylinderkolbenanordnungen (52, 53), die der anderen Fahrzeugachse zugeordnet sind, eine zweite Bremsdruckausgleichsleitung (46) mit einem zweiten eingebauten und normal offenstehenden  
10 Bremsdruckausgleichventil (47) eingebaut sind, und daß je ein Anschluß des ersten und des zweiten Bremsdruckausgleichventils (45, 47) mit je einem normal offenstehenden ersten bzw. zweiten Entlastungsventil (49, 51) verbunden ist, wobei die Entlastungsventile (49, 51)  
15 durch wenigstens eine Entlastungsleitung (48, 50) mit dem Vorratsbehälter (14) der hydraulischen Fremdenergiequelle (19) verbunden sind und für den Betriebsbremsbetrieb schließbar sind.

1/1

